

MOVABLE FIBER TYPE OPTICAL SWITCH

Patent Number: JP63301918
Publication date: 1988-12-08
Inventor(s): KITAZAWA IWAO; others: 02
Applicant(s): NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
Requested Patent: JP63301918
Application Number: JP19870138803 19870601
Priority Number(s):
IPC Classification: G02B26/08
EC Classification:
Equivalents: JP2117823C, JP8020618B

Abstract

PURPOSE: To eliminate the need of a delicate adjustment of the titled switch, and to stabilize it even if it is used without a maintenance for a long period of time, by covering each optical fiber end part with the same ferrule, respectively, and attaching a third end part which can be aligned with both of two mating faces, and its holding means through the ferrule.
CONSTITUTION: The end part of the first optical fiber 1a and the end part of a second optical fiber 1b are aligned with a V-groove 4a and 4b being two opposed mating faces formed in the inside of a guide 3, respectively. The end parts of each optical fiber 1a-1c are covered with ferrules 2a-2c of the same external form formed by a material whose flexural rigidity is comparatively large, respectively, and the end part of a third optical fiber 1c is attached by a soft structure 13 for allowing a small movement, to a moving pieces 5 through a ferrule 2c. In such a way, an economical movable fiber type optical switch by which the optical axis can be aligned easily, and which is excellent in its stability for a long period of time can be obtained.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-301918

⑤Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

④公開 昭和63年(1988)12月8日

G 02 B 26/08

F-6952-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全10頁)

⑬発明の名称 ファイバ可動型光スイッチ

⑰特 願 昭62-138803

⑱出 願 昭62(1987)6月1日

⑲発明者 北 澤 巖 東京都武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話株式会社通信網第一研究所内

⑲発明者 藤 井 洋 二 東京都武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話株式会社通信網第一研究所内

⑲発明者 中 川 清 司 東京都武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話株式会社通信網第一研究所内

⑲出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

⑲代 理 人 弁理士 井出 直孝

明 細 書

1. 発明の名称

ファイバ可動型光スイッチ

2. 特許請求の範囲

(1) 対向する二つの合わせ面によりそれぞれ位置合わせられた第一および第二の光ファイバ端部と、上記二つの合わせ面の双方に位置合わせされ得る第三の光ファイバ端部と、

この第三の光ファイバ端部を把持し上記合わせ面に対して相対的に運動する把持手段と

を備えたファイバ可動型光スイッチにおいて、

上記各光ファイバ端部には、それぞれ曲げ剛性の比較的大きい材料により形成された同一外形のフェルールが被せられ、

上記第三の光ファイバ端部と上記把持手段とはこのフェルールを介して取付けられた

ことを特徴とするファイバ可動型光スイッチ。

(2) 上記第三の光ファイバ端部と上記把持手段と

の取付け構造は、わずかな移動を許容する軟構造である特許請求の範囲第(1)項に記載のファイバ可動型光スイッチ。

(3) 上記合わせ面が固定構造であり把持手段が可動構造である特許請求の範囲第(1)項に記載のファイバ可動型光スイッチ。

(4) 上記把持手段はガイドレールに沿って直線運動する構造である特許請求の範囲第(3)項に記載のファイバ可動型光スイッチ。

(5) 上記把持手段はほぼその重心を通る一つの軸まわりに回動自在に取付けられた構造である特許請求の範囲第(3)項に記載のファイバ可動型光スイッチ。

(6) 上記合わせ面はその断面がV字状の溝である特許請求の範囲第(1)項に記載のファイバ可動型光スイッチ。

(7) 上記第三の光ファイバに被せられたフェルールは両端を残してその中間部で上記把持手段に把持され、

上記合わせ面は上記把持手段の第三の光ファイ

バ側まで延長された構造である特許請求の範囲第(1)項に記載のファイバ可動型光スイッチ。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、光通信装置に利用するファイバ可動型光スイッチに関する。

本発明は、海底中継器など長期間にわたり、保守ができない装置の光スイッチに利用するに適する。

(従来の技術)

従来のファイバ可動型光スイッチは、第15図(a)に示すように光軸合わせ用の合わせ面であるV溝4aに光ファイバ1aを、またV溝4bに光ファイバ1bをそれぞれ固定し、一方、可動の光ファイバ1cについては磁性体のスリーブ14を被せ光ファイバの柔軟性を利用して、コイル15に発生する磁力により押しつけFを加えて、光ファイバ1cを直接上記V溝4aまたは4bに押しあて固定された光ファイバ1aあるいは1bと対向させて光

軸合わせを行うものである。

(参考文献：光ファイバ通信会議、技術抄報、

1984年1月23-25日、米国ルイジアナ州、

ニューオリンズ、オーエスエー／アイトリ

ブルイー、資料番号MB2、長岡および西

(SHINJI NAGAOKA and ISAO NISHI「Smallsize

optical switchs using magnetic alloy

coated fiber」MB2、OFC'84、

Technical digest))

(発明が解決しようとする問題点)

しかし、光ファイバ1cはその柔軟性により、適切な力Fを加えれば素直にV溝4aまたは4bの内面に沿うが、力が弱すぎると第16図(a)に示すようにV溝に十分沿わず光軸合わせができない。また、力Fが強すぎると、光ファイバが破損したり、第16図(b)のように反り返って光軸合わせができない。従って駆動部7aによる力Fには微妙な調整が必要であった。また、海底中継器のように25年以上もの長期間にわたり無保守での使用を考えた場合は、ファイバ表面の保護に用いられてい

3

る被覆材の塑性変形や材質劣化などにより、ファイバに曲がりぐせがつくことが予想され、光路の切替動作の長期安定性に問題があった。

光ファイバは第15図(b)の部分拡大部に示すように、光の通る高屈折率のコア1-1とその外周にありコアより若干屈折率の小さいクラディング1-2からなり、さらに一般には保護のための被覆層1-3が最外層にある。

最近通信用に用いられている単一モードファイバではコア径は約10 μ m、クラディング径は約125 μ mである。したがって、光スイッチにおいては軸ずれ量を数 μ m以下、角度ずれを1°以下程度に抑える必要があり、光軸合わせ部には非常に高い精度が必要である。

さらに、海底光方式のように、海底中継器の中に実装して長期間使用する場合には、敷設時に発生する振動衝撃や、温度変化などの外力に耐えるとともに、25年間以上無保守で確実に動作する長期安定性が必要である。

従来のファイバ可動型光スイッチでは、このよ

4

うな要求を満たすことが困難であった。

本発明は、従来の構造では必要であった押しつけ力の微妙な調整を不要とし、きわめて長期間の無保守による使用にも安定であるファイバ可動型光スイッチを提供することを目的とする。

(問題点を解決するための手段)

本発明は、対向する二つの合わせ面によりそれぞれ位置合わせられた第一および第二の光ファイバ端部と、上記二つの合わせ面の双方に位置合わせされ得る第三の光ファイバ端部と、この第三の光ファイバ端部を把持し上記合わせ面に対して相対的に運動する把持手段とを備えたファイバ可動型光スイッチにおいて、

上記各光ファイバ端部には、それぞれ曲げ剛性の比較的大きい材料により形成された同一外形のフェルールが被せられ、上記第三の光ファイバ端部と上記把持手段とはこのフェルールを介して取付けられたことを特徴とする。

上記第三の光ファイバ端部と上記把持手段との取付け構造は、わずかな移動を許容する軟構造で

5

6

あることができる。

上記合わせ面が固定構造であり把持手段が可動構造であることができる。

上記把持手段はガイドレールに沿って直線運動する構造であるか、あるいはほぼその重心を通る一つの軸まわりに回転自在に取付けられた構造であることができる。

上記合わせ面はその断面がV字状の溝であることが好ましい。

さらに上記第三の光ファイバに被せられたフェルルールは両端を残してその中間部で上記把持手段に把持され、上記合わせ面は上記把持手段の第三の光ファイバ側まで延長された構造であることができる。

ここで、フェルルールとは光ファイバの最外層にその内面が密着して、光ファイバを機械的に保護する円筒形状物をいう。

〔作用〕

本発明では、フェルルールを被せることにより光ファイバの柔軟性に基づく不都合は発生せず、強

力な力で合わせ面に押しつけられるので、非常に安定した光軸合わせができ、光路の切替動作も安定化される。

また、軟構造の部分設けたことにより製作誤差による多少の位置ずれを吸収して高精度な光軸合わせが可能である。したがって、部品の製作組立てが容易となり、経済的な光スイッチを構成できる。

さらに長期間使用における位置ずれなどの進行を、軟構造によって吸収可能であり長期安定性にも優れている。

また、切替動作を回転運動で行い、モーメントと慣性モーメントとの釣り合いのとれた回転子を用いることにより、振動衝撃にも安定な構成とすることができる。

〔実施例〕

次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

第1図は本発明第一実施例の斜視図を示し、第2図は上記実施例の駆動部の説明図を示す。

7

第一の光ファイバ1aの端部および第二の光ファイバ1bの端部は、それぞれガイド3の内部に形成された対向する二つの合わせ面であるV溝4aおよび4bにそれぞれ位置合わせされている。このV溝4aまたは4bの双方に位置合わせされ得る第三の光ファイバ1cの端部を把持し、上記合わせ面であるV溝4a、4bに対して相対運動を行う把持手段として運動子5を備えている。

ここで本発明の特徴とするところは、各光ファイバ1a、1bおよび1cの端部にはそれぞれ曲げ剛性の比較的大きい材料により形成された同一外形のフェルルール2a、2bおよび2cが被せられ、第三の光ファイバ1cの端部は運動子5とは上記フェルルール2cを介して取付けされたことにある。

さらにこの光ファイバ1c端部の上記フェルルール2cと上記運動子5との間は、わずかな移動を許容する軟構造13によって取付けられており、合わせ面である上記V溝4a、4bを設けたガイド3は固定部材6に固定された固定構造であり、把

8

持手段である運動子5は駆動部7により駆動される可動構造である。

さらに運動子5は固定部材6に取付けられたガイドレール11に沿って矢印12のように直線運動をする。

この実施例ではフェルルールとして下記参考文献の光コネクタ用として説明されているものと同等のものが使用された。

〔参考文献：小山他「光通信回路とシステム」

53～55頁、新オーム文庫、昭和62年2月発行、オーム社。〕

ここで運動子5と駆動部7との相対運動は、直線運動のものである。

すなわち、第2図に示すように、運動子5は永久磁石10を有し、固定部材6に固定されたガイドレール11に沿って直線運動をする。駆動部7は、ガイドレール11の両端方向に2個の電磁石7aおよび7bを備える。この電磁石は磁心に一定方向に電線をコイル状に巻きつけたもので、電線の巻き方向と電流の流れる方向により、磁極をNかS

に自由に設定できる。

第2図のように、電磁石7a、7bの磁極を設定すると、N極とS極は引き合い、N極とN極あるいはS極とS極は反発するので、運動子5は矢印12の方向へ移動する。また、電磁石の設定を変えると、運動子5は反対方向へ移動する。本実施例では運動子5には永久磁石10を有しているので、一旦運動子が一方に移動すると、永久磁石10が移動した側の図外の鉄片と引き合い、電磁石の電流を切ってもその位置を保つことができ、いわゆる自己保持機構となっている。このように、切替動作時のみ電流を消費するだけで安定な切替動作を行い得る。この自己保持は既存技術を用いて容易に実現できる。

フェルール2aおよび2bはそれぞれガイド3のV溝4aおよび4bに押しつけられてフェルール2a、2bの端面をそろえてガイド3の中程の位置になるように固定される。一方、光ファイバ1cに被せられたフェルール2cは運動子5に軟構造で取付けられ、かつフェルール2cの先端部

はガイド3のV溝4a、4bの内部に突き出された位置となるように配置される。フェルール2cがフェルール2aあるいは2bと同軸上に配置されたとき、それらの端面が第3図に示すように若干のすき間をあけて対向するように配置されている。

ここで軟構造13は、第6図の状態から第7図の状態に容易に移動でき、運動子5に対し、若干の移動を許容できる取付け構造である。これはフェルール2cが柔軟性に富むゴム系接着剤で運動子5に固定されて実現される。

このような構造となっているので、第2図に示すような電磁石7a、7bに電流を与えることにより、運動子5はフェルール2cが付いた光ファイバ1cを移動し、一定量移動すると、第3図に示した光ファイバ1cのフェルール2cの突出部がフェルールガイド3のV溝4aまたは4bに接触し、移動が停止することになる。この時各フェルール2a、2b、2cが寸法誤差がなく同形状に製作され組立られているから、フェルール2上

11

の突出した部分は、V溝4aの二辺で線接触し、フェルール2cと2aとは同軸上に配列され、光ファイバ1cと光ファイバ1aとの光軸も一致する。

合わせ面であるV溝にフェルールのような同一外形の円筒状の物体を押しつけると、第4図に示すように、従来の光ファイバの軸合わせと全く同じ原理でV溝と円筒物体の相対位置は固定され、円筒物体の軸はV溝と同じ方向でかつその中心の位置はV溝の角度 θ と円筒の半径Rとで一義的に決定される。

したがって同一のV溝に同一半径の円筒物体を押しつけると、2個の円筒物体の中心軸が角度および位置ともに自動的に一致する。また、この場合光軸合わせ面としては第5図(a)に示すV溝に限らず、第5図(b)に示すようなV溝の谷部に丸みのあるもの、第5図(c)に示すようにU字状の溝のあるもの、第5図(d)にあるように円弧状の断面例えば円筒を2本組合せたものなどとする事ができる。すなわち、合わせ面は、長手方向に均一な形

12

状で、断面形状において円が2点で接することにより、円筒物体の軸に垂直な平面内での二方向の位置を規制できるものであれば良い。

一般には、精度数 μ mオーダの機械加工およびそれらの部品の組立て調整は極めて困難であり、若干の位置ずれが存在することをあらかじめ考慮する必要がある。本実施例ではこの位置ずれがあっても容易に光軸合わせを可能とするため上述のように軟構造13を設けている。

この位置ずれの要因としては、第2図に示したガイドレール11の変形やガイドレール11と運動子5との間の位置合わせ誤差、第1図における運動子5とフェルール2cとの位置合わせ誤差、ガイド3と固定部材6との間の位置合わせ誤差などがある。これらを集約すると、第8図に示すように運動子の移動方向と垂直な方向に位置ずれ β が生じた場合は、軟構造13がないと運動子5の移動により、フェルール2cはV溝4bの一辺と断面上の点Aのみで接し、フェルール2bとはrだけ中心軸つまり光軸がずれることになる。

13

14

これに対し、本発明では第5図、第6図および第7図に示したように、運動子5とフェルール2cとの間は軟構造となっているので β 程度の位置ずれを十分に吸収できる。すなわち、第9図に示すように、V溝4bにフェルール2cが断面上の2点B、B'で線接触し、フェルール2cとフェルール2bが同軸上の配列となる位置まで軟構造13が自動的に移動することとなり、多少の位置ずれがあっても容易に光軸合わせが可能となる。光ファイバ1bとの光軸合わせについても同様である。

第10図は本発明の第二実施例の斜視図である。本実施例は、フェルール2cが被せられた第三の光ファイバ1cを固定部材6に固定し、それぞれフェルール2a、2bが被せられた第一および第二の光ファイバ1a、1bが合わせ面であるV溝4a、4bに接してガイド3に固定され、このガイド3は軟構造13aを介して運動子5に軟固定した場合である。すなわち、第一および第二の光ファイバ1a、1bと第三の光ファイバ1cの相対的な運動関係は、第一実施例の場合と全く同じで

あり、光スイッチに対する効果も同等である。

本第二実施例においては、上記第一実施例と異なり、軟構造13aを第一および第二の光ファイバ1aおよび1bが位置合わせされたガイド3と運動子5との間に設けているが、このようにしても上記のような位置ずれによる光軸の不一致を防ぐことができる。またここでは軟固定の軸に平行な軸ずれに対する効果のみについて説明したが、角度ずれについても同様の効果がある。

第11図は本発明の第三実施例の斜視図を示し、運動子はその重心を軸5bで回動自在に指示された回転子5aであり、この回転子5aにフェルール2cを介して光ファイバ1cが軟構造13を介して取付けられている。この状態で軸5b回りのモーメントおよび慣性モーメントが釣り合うようになっている。

通常回転していない物体では、一般に運搬移動のさいに振動衝撃などの外力は、回転力として作用することはほとんどなく直線的な加速度が作用する場合が多い。この場合直線的な加速度 α に対

15

し、質量 m の物体には、加速度の方向に

$$l = F = m \cdot \alpha \text{ の力が誘起される。}$$

第12図(a)に示すように運動子5を直線運動子とすると、特に可動方向と加速度の方向が一致する場合に加速度は運動子の動作に大きな影響を及ぼす。第12図(b)に示すように運動子が回転子5aであり、端部に回転軸5bがある場合も加速度方向に大きな回転モーメント $M = m \alpha l$ が作用することとなる。ここに l は回転軸から質量中心までの長さである。これに対し、本実施例では第12図(c)のように重心部に回転軸があり、かつ、回転軸回りのモーメントおよび慣性モーメントが釣り合っているので、加速度によって誘起される回転トルクは打ち消し合い、運動子に対する加速動作の影響はなくなる。

このように本実施例では、振動衝撃に対して安定な機構のものとなる。

本実施例では第三の光ファイバ1cを回転子に取付けたが、合わせ面に固定された第一および第二の光ファイバと軸まわりに回動する回転子に固

16

定することにより、本発明を実施することもできる。

第13図は本発明の第四実施例の斜視図を示す。

本図において、第三の光ファイバ1cに被せられたフェルール2cは、両端部を残してその中間部を把持手段の回転子5aで把持され、合わせ面のV溝4a、4bは、光ファイバ1cの側まで延長された構造となっている。

すなわち、光ファイバ1cに被せられたフェルール2cの中央部に回転子5aとの軟構造13を設け、このフェルール2cの両端部にガイド3の光軸合わせ用のV溝4aまたは4bとの接触部を設けたものである。

本実施例では第一および第二の光ファイバ1a、1bは固定され、第三の光ファイバ1cが可動して相対的に運動する。

本実施例では、光軸合わせにさいして、回転子5が移動して光軸合わせ用のV溝4aまたは4bにフェルール2cが接する場合は、フェルール2cには回転子5aの移動あるいは回転しようとする

17

18

方向の力 F_1 と光軸合わせ用のV溝4aまたは4bからの反力 F_2 を受ける。このとき $F_1 = F_2$ である。このため、第1図に示す第一実施例のようにフェルール2cの接触部を一方に突き出した形状のときには、フェルール2cには第14図(a)に示すように大きな曲げモーメントが作用する。これに対し本実施例では、第14図(b)に示すようにフェルール2c両端部で半分ずつ反力を受けることになり、曲げモーメントは非常に小さくなる。材料力学では周知のように第14図(a)の場合を片持ちばり、第14図(b)の場合を両端支持ばりとして近似しているが、第14図(b)に示す両端支持ばりの場合が、明らかに安定で歪が小さいことが証明される。

〔参考文献：機械工学便覧改訂第6版 第4編
第4章日本機械学会編〕

したがって、第13図のようにフェルール2cの両端部にガイド3との接触部を設けることにより、フェルール2cの接触時の歪による軸ずれおよび角度ずれを大幅に改善できる。

〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明によれば、光軸合わせが容易で、長期安定性に優れた経済的なファイバ可動型光スイッチを構成できるので、光スイッチを用いる各種伝送路の高信頼化、経済化に寄与できる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

- 第1図は本発明第一実施例の斜視図。
- 第2図は上記実施例の駆動部の説明図。
- 第3図は光ファイバとフェルールとの配置図。
- 第4図は合わせ面とフェルールの関係図。
- 第5図は合わせ面の形状図。
- 第6図は軟構造の状態説明図。(1)
- 第7図は軟構造の状態説明図。(2)
- 第8図は位置ずれの説明図。(1)
- 第9図は位置ずれの説明図。(2)
- 第10図は本発明第二実施例の斜視図。
- 第11図は本発明第三実施例の斜視図。
- 第12図は運動子および回転子の説明図。

19

第13図は本発明第四実施例の斜視図。

第14図はフェルールと合わせ面との接触状態説明図。

第15図は従来例構造の斜視図。

第16図は光軸合わせの不良状態図。

1a…第一の光ファイバ、1b…第二の光ファイバ、1c…第三の光ファイバ、1-1…コア、1-2…クラディング、1-3…被覆層、2a、2b、2c…フェルール、3…ガイド、4a、4b…合わせ面であるV溝、5…運動子、5a…回転子、5b…回転子の重心部を支持する軸、6…固定部材、7…駆動部、7a、7b…電磁石、10…永久磁石、11…ガイドレール、12…矢印（運動子の移動方向）、13、13a…軟構造、14…磁性体のスリーブ、15…コイル、 α ：加速度、 β ：位置ずれ、 r ：光軸のずれ、A、B、B'…フェルールとV溝との接点、R…円筒の半径、 θ …V溝の角度、 F …加速度により誘起される力、 m …物体の角度、 l …回転軸から質量中心までの長さ、 M …加速度によって誘起される回転トルク、 F_1 …合

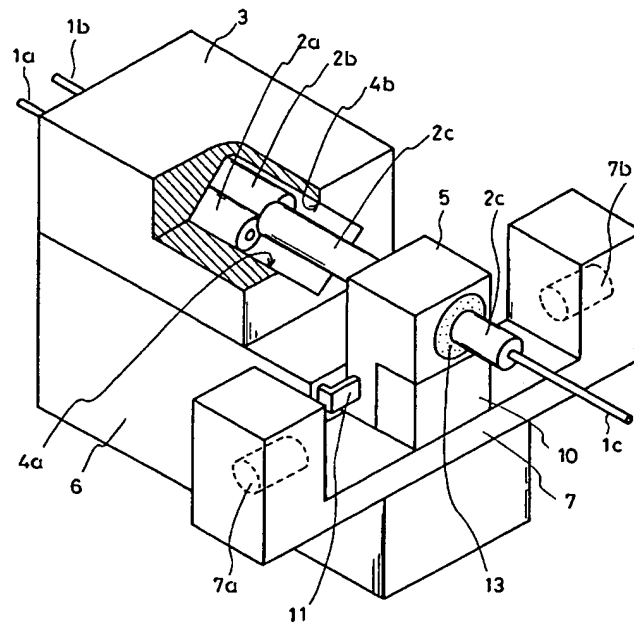
20

わせ面との接触によりフェルールに加えられる力、 $F_2 \dots F_1$ の反力。

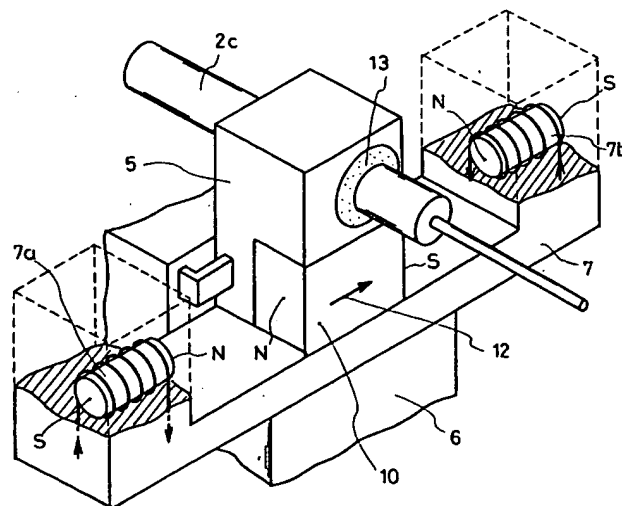
特許出願人 日本電信電話株式会社
代理人 弁理士 井出直孝

21

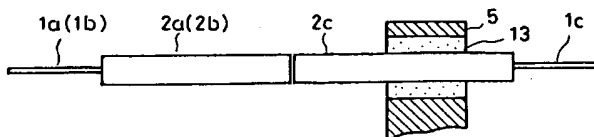
22



第一実施例斜視図
第 1 図

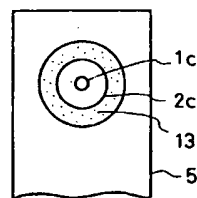


第一実施例駆動部説明図
第 2 図



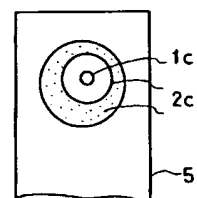
光ファイバとフェルル配置

第3図



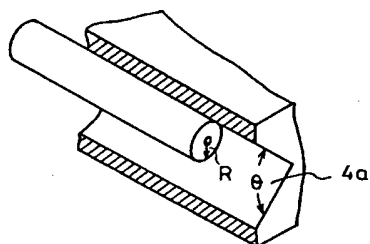
軟構造の状態(1)

第6図



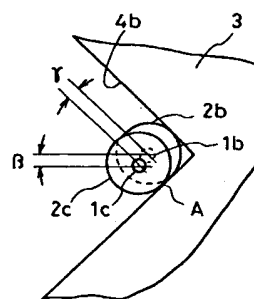
軟構造の状態(2)

第7図



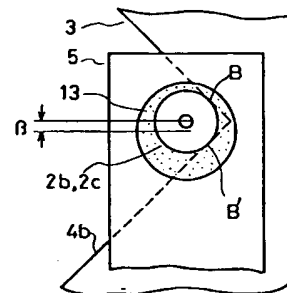
合わせ面とフェルル

第4図



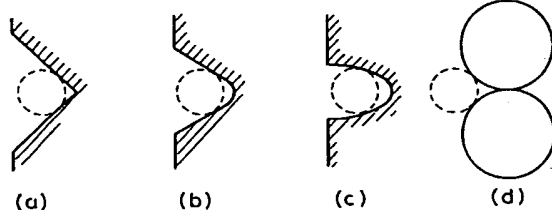
位置すれ(1)

第8図



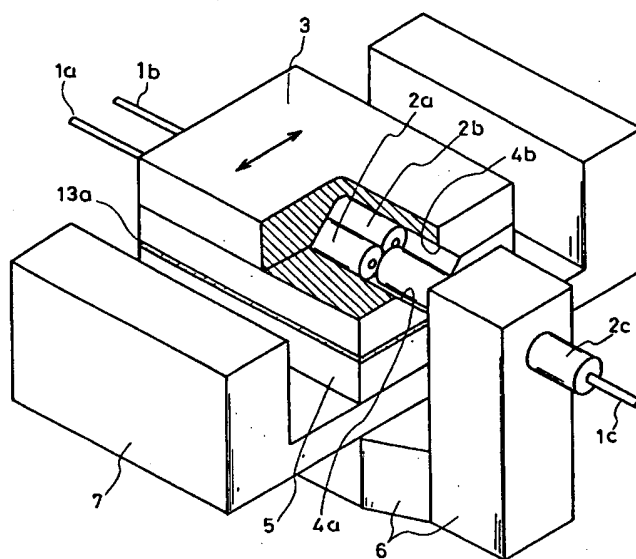
位置すれ(2)

第9図



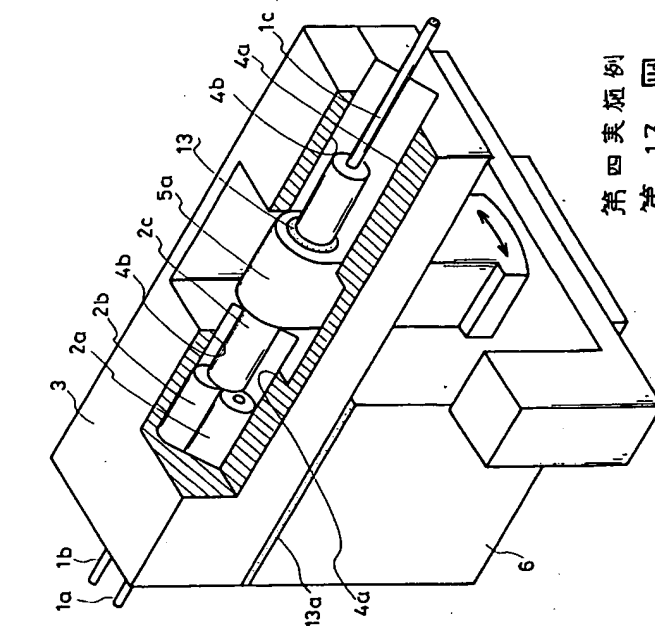
合わせ面の形状

第5図

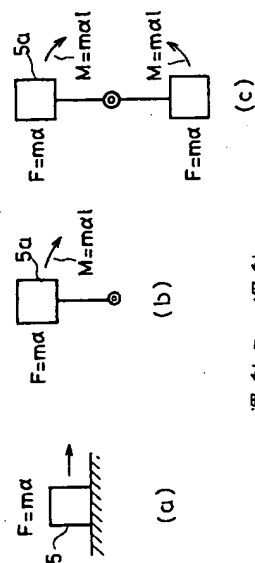


第=実施例

第10図

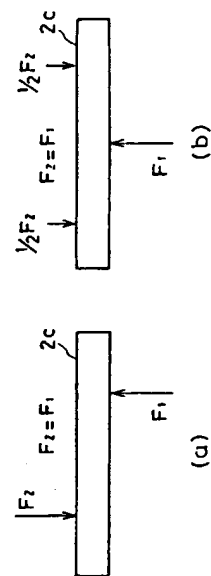


第三実施例
第11図

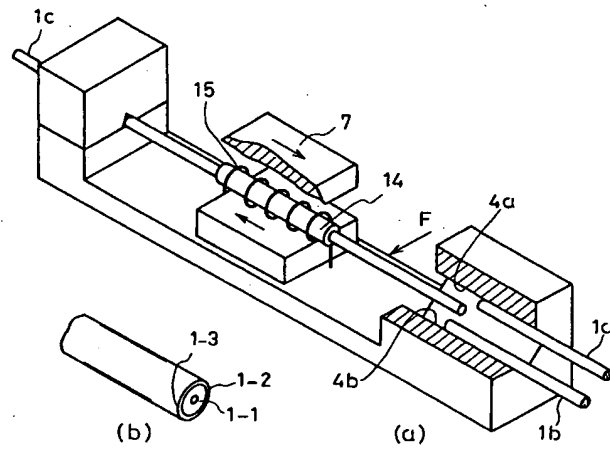


運動子の運動
第12図

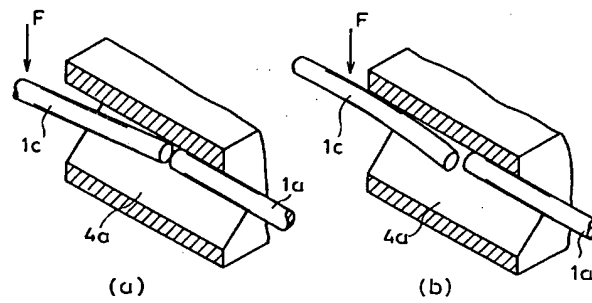
第四実施例
第13図



フェルールと合わせ面との接触状態
第14図



第 15 図 従 来 例



光 軸 合 ち せ の 不 良

第 16 図